

⑩ 日本国特許庁(JP)  
⑫ 公開特許公報(A)

⑪ 特許出願公開  
平4-143235

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>  
C 22 C 14/00

識別記号 庁内整理番号  
Z 8825-4K

⑭ 公開 平成4年(1992)5月18日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 成形加工性に優れた高強度α型チタン合金

⑯ 特 願 平2-263776

⑰ 出 願 平2(1990)10月3日

⑱ 発 明 者 崎 山 利 夫 東京都千代田区丸の内1丁目1番2号 日本鋼管株式会社  
⑱ 発 明 者 深 井 英 明 東京都千代田区丸の内1丁目1番2号 日本鋼管株式会社  
⑱ 発 明 者 末 永 博 義 東京都千代田区丸の内1丁目1番2号 日本鋼管株式会社  
⑱ 発 明 者 皆 川 邦 典 東京都千代田区丸の内1丁目1番2号 日本鋼管株式会社  
⑲ 出 願 人 日本鋼管株式会社 東京都千代田区丸の内1丁目1番2号  
⑳ 代 理 人 弁理士 鈴江 武彦 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

成形加工性に優れた高強度α型チタン合金

2. 特許請求の範囲

重量%で、Mo、Ni、Co、Cr、及びFeのうち少なくとも1種を0.2乃至2.0%の範囲で含み、かつO≦0.6%、Al≦4.0%、及び(5/2)O+(1/3)Al≧0.90%を満たす範囲でO及びAlを含み、残部が実質的にTiからなることを特徴とする成形加工性に優れた高強度αチタン合金。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は、高強度を有するのみならず、成形加工性にも優れ、例えば建築物の屋根、外壁、内装パネル等の建材、自動車や航空機用パネル部品等の製造素材として好適なα型チタン合金に関する。

〔従来の技術及び発明が解決しようとする課題〕  
チタンは耐食性に優れ、かつ軽量であり、特に

純チタンは冷間加工性が良好であることから、従来より屋根板や壁材(外壁、内壁パネル等)等に純チタン薄板が使用されてきている。しかしながら、屋根板や壁材等のように成形加工を施して純チタンを使用する場合、①成形加工時にベコと称される波打ち状の歪が生じる、②表面欠陥が生じやすいため外観著しく損なわれ商品価値が低下してしまうという問題がある。

上述のようなベコが発生する原因としては、成形時において折り曲げ部分が長手方向に歪み、圧縮による内部応力が平坦部に生じることに起因すると考えられている。また、このベコの発生はプレス曲げ成形を行なう場合に比べてコントロール成形を行なう場合がより顕著であることが知られている。

純チタンにおけるベコを防止する方法としては、例えば特開平1-96362に開示されたものが挙げられる。ここでは、冷延-連続焼鈍工程のコントロールにより平均粒径を5~28μmにすることにより、ベコの防止を図っている。

しかしながら、上述のような連続焼鈍設備は高価であるため、ベコを防止した薄板のコストが上昇してしまう。このため、ベコを防止したチタン薄板を安価に製造するという要望が高まっている。

また、上述したような純チタン薄板として使用されるのは、特に加工性が良好なJIS1種、2種であるが、これらは0.2%耐力が低く、この値が高いほうのJIS2種でも得られる0.2%耐力は高々30kg/mm<sup>2</sup>にすぎない。近時、チタンを一般産業用途へ適用するに際し、減肉による一層の軽量化が望まれており、上述のような純チタンの強度は不十分である。

これに対し、チタン合金は実用金属材料中で最も高い比強度を有することから、これまで特に航空機部品として多用されてきているが、近年これら用途のみならず一般産業用途への使用量も急増してきている。しかしながら、チタン合金は純チタンと比較して強度は優れているものの、一般には冷間加工性が悪く、従ってその改善がチタン合金の用途拡大にあたって大きな課題となっている。

現象を示すこととなり、その結果ベコが防止される。ここでMo、Ni、Cr、Co、Feの含有量が0.2重量%未満の場合は結晶粒微細化効果が不十分であり、ベコの発生が認められる。他方この量が2.0重量%を超えると、冷間加工性が低下してしまう。これは、これらの元素がβ安定化元素であり、これらが2.0重量%を超えて多量に含有された場合には熱延終了後に冷延性の劣るα+β組織となるためである。従って、これらの元素の含有量を0.2乃至2.0重量%に規定する。

一方、Al及びOは、チタンに添加されることにより高強度を達成する元素である。しかしながら、これらがそれぞれ4.0重量%及び0.6重量%を超えると高強度化は達成されるものの冷延性が低下する。従って、Alを4.0重量%以下、Oを0.6重量%以下に規定する。また、Al及びOの含有量が、 $(5/2)O + (1/3)Al < 0.90$ 重量%である場合には、目標とする30kg/mm<sup>2</sup>以上の0.2%耐力が得られないため、

この発明はかかる事情に鑑みてなされたものであって、0.2%耐力が30kg/mm<sup>2</sup>以上であり、かつ冷間加工が容易で成形時にベコが発生しないα型チタン合金を提供することを目的とする。

#### 【課題を解決するための手段】

この発明に係る成形加工性に優れた高強度α型チタン合金は、重量%で、Mo、Ni、Cr、Co、Feのうち少なくとも1種を0.2乃至2.0%の範囲で含み、かつ $0 \leq O \leq 0.6\%$ 、 $Al \leq 4.0\%$ 、及び $(5/2)O + (1/3)Al \geq 0.90$ 重量%を満たす範囲でO及びAlを含み、残部が実質的にTiからなることを特徴とする。

#### 【作用】

本発明者等は、成形加工用チタン合金薄板の成形時におけるベコの発生を抑えるべく研究・検討した結果、Mo、Ni、Cr、Co、Feを微量添加することによりベコの発生が防止されることを新たに見出した。これらの添加元素は、チタン合金の結晶を微細化し、その結果シャープな降伏

$(5/2)O + (1/3)Al \geq 0.90$ 重量%に規定する。

#### 【実施例】

以下、この発明の実施例について説明する。

第1表に示されているような成分組成のインゴット（番号1〜86）をVAR溶解によって製造し、1000℃にて熱間鍛造して厚さ16mmのスラブとした。次にこれらスラブを800℃で熱間圧延し、板厚3mmの熱延板に仕上げた。そして、これら熱延板をコイルグライディングによりスケール除去し、板厚2.2mmの冷間圧延素材とした。その後50%の冷間圧延を施して冷間圧延後の割れの発生の有無を目視により検査した。第1表には、この割れの発生の有無を○（割れの発生無し）及び×（割れの発生有り）で示した。さらに割れの発生が認められなかった冷間圧延材に650℃で1時間の真空焼鈍を施し、その機械的性質とベコの発生状況を調査した。機械的性質は、圧延方向に平行にJIS 13B試験片（平行部：12.5mm、GL：50mm）を採取し、この試験

片を引張試験に供してその0.2%耐力を測定することによって把握した。また、ベコの発生は、圧延方向に平行にロール成形を施し、ロール成形材のベコの発生の有無を目視により判定した。第1表には、ベコの発生の有無を○(ベコの発生無し)及び×(ベコの発生有り)で示した。なお、ロール成形機としては、市販のカラ-鉄板互棒屋機材成形用成形機を用いた。

第1表にはこれらの試験結果を示す。また、A<sub>2</sub>及びOの含有量と特性との関係を第1図に示す。

先ず、Mo、Ni、Cr、Co、Feについては、第1表に示すように、これらの合計量が2.0%(重量%表示、以下同様)を超えると冷間圧延割れが発生することが確認された。また、この量が0.2%未満ではベコが発生することが確認された。

次に、A<sub>2</sub>及びOについては、第1表及び第1図に示すように、A<sub>2</sub>>4.0%、O>0.6%で冷間割れが発生することが確認された。一方、

(3)  $(5/2)O + (1/3)A_2 < 0.90\%$  の範囲では0.2%耐力が30kg/mm<sup>2</sup>未満と低い値であることが確認された。

これに対し、 $0.2\% \leq Mo + Ni + Cr + Co + Fe \leq 2.0\%$ で、かつ $O \leq 0.6\%$ 、 $A_2 \leq 4.0\%$ 、 $(5/2)O + (1/3)A_2 \geq 0.9\%$ である本発明の範囲内の組成のものは、冷間圧延時に割れが発生せず、またベコの発生も認められなかった。さらに、0.2%耐力が30kg/mm<sup>2</sup>以上と良好な強度を示した。

第 1 表 1

番号	O (wt%)	A <sub>2</sub> (wt%)	(5/2)O+(1/3)A <sub>2</sub> (wt%)	Mo (wt%)	Ni (wt%)	Cr (wt%)	Co (wt%)	Fe (wt%)	冷 間 圧 延 割 れ	0.2%耐力 (kgf/mm <sup>2</sup> )	ベコ発生
1	0.85	—	0.875	0.00	—	—	—	—	○	28.1	○
2	0.37	—	0.925	—	—	—	—	—	○	32.2	○
3	0.50	—	1.250	—	—	—	—	—	○	45.0	○
4	0.60	—	1.50	—	—	—	—	—	○	51.9	○
5	0.65	—	1.63	—	—	—	—	—	○	—	○
6	0.70	—	1.75	—	—	—	—	—	○	—	○
7	—	2.5	0.43	—	—	—	—	—	○	38.1	○
8	—	2.8	0.87	—	—	—	—	—	○	37.9	○
9	—	2.8	0.89	—	—	—	—	—	○	34.3	○
10	—	3.0	1.00	—	—	—	—	—	○	38.0	○
11	—	3.5	1.17	—	—	—	—	—	○	41.2	○
12	—	4.0	1.33	—	—	—	—	—	○	46.3	○
13	—	4.5	1.50	—	—	—	—	—	○	—	○
14	0.20	1.0	0.83	—	—	—	—	—	○	25.9	○
15	—	1.5	1.00	—	—	—	—	—	○	36.1	○
16	—	2.0	1.17	—	—	—	—	—	○	40.0	○
17	—	3.0	1.50	—	—	—	—	—	○	52.2	○
18	—	4.0	1.83	—	—	—	—	—	○	59.0	○
19	—	4.5	2.00	—	—	—	—	—	○	—	○
20	0.30	0.4	0.86	—	—	—	—	—	○	29.0	○
21	—	1.8	1.08	—	—	—	—	—	○	38.1	○
22	—	2.0	1.42	—	—	—	—	—	○	48.8	○
23	—	3.0	1.75	—	—	—	—	—	○	58.7	○
24	—	4.0	2.08	—	—	—	—	—	○	64.4	○
25	—	4.5	2.25	—	—	—	—	—	○	—	○
26	0.40	0.5	1.17	—	—	—	—	—	○	41.0	○
27	—	1.0	1.33	—	—	—	—	—	○	45.3	○
28	—	2.0	1.67	—	—	—	—	—	○	37.9	○
29	—	3.0	2.00	—	—	—	—	—	○	52.4	○
30	—	4.0	2.33	—	—	—	—	—	○	68.1	○
31	—	4.5	2.50	—	—	—	—	—	○	—	○
32	0.50	0.5	1.42	—	—	—	—	—	○	47.9	○
33	—	1.0	1.68	—	—	—	—	—	○	53.6	○
34	—	2.0	1.92	—	—	—	—	—	○	61.2	○
35	—	3.0	2.25	—	—	—	—	—	○	85.3	○
36	—	4.0	2.58	—	—	—	—	—	○	70.0	○
37	—	4.5	2.75	—	—	—	—	—	○	—	○
38	0.60	0.5	1.67	—	—	—	—	—	○	58.1	○
39	—	1.0	1.83	—	—	—	—	—	○	60.0	○
40	—	2.0	2.17	—	—	—	—	—	○	83.8	○
41	0.60	3.0	2.50	—	—	—	—	—	○	69.7	○
42	—	4.0	2.83	—	—	—	—	—	○	73.1	○
43	—	4.5	3.00	—	—	—	—	—	○	79.9	○

(4)

第 1 表 2

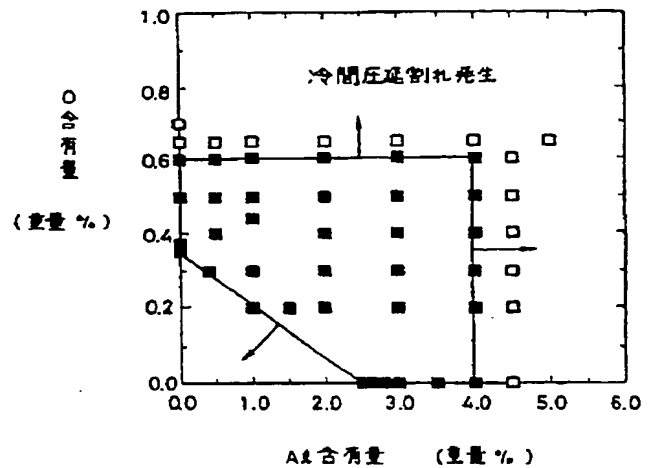
番号	O (wt%)	Al (wt%)	(5/2)O+(1/3)Al (wt%)	Mo (wt%)	Ni (wt%)	Cr (wt%)	Co (wt%)	Fe (wt%)	冷間 圧延割	0.2%耐力 (kg/mm <sup>2</sup> )	ベコ発生
44	0.85	0.5	1.79	0.50	—	—	—	—	×	—	—
45	—	1.0	1.98	—	—	—	—	—	×	—	—
46	—	2.0	2.29	—	—	—	—	—	×	—	—
47	—	3.0	2.63	—	—	—	—	—	×	—	—
48	—	4.0	2.98	—	—	—	—	—	×	—	—
49	—	5.0	3.13	—	—	—	—	—	×	—	—
50	0.80	3.0	1.75	—	—	—	—	—	×	64.4	—
51	—	—	—	0.10	—	—	—	—	○	57.1	×
52	—	—	—	0.15	—	—	—	—	○	58.0	×
53	—	—	—	0.20	—	—	—	—	○	59.1	×
54	—	—	—	1.00	—	—	—	—	○	67.7	×
55	—	—	—	1.50	—	—	—	—	○	58.9	×
56	—	—	—	2.00	—	—	—	—	○	—	×
57	—	—	—	2.50	—	—	—	—	○	51.1	×
58	—	—	—	—	0.15	—	—	—	○	51.8	×
59	—	—	—	—	0.20	—	—	—	○	59.1	×
60	—	—	—	—	2.00	—	—	—	○	—	×
61	—	—	—	—	2.50	—	—	—	○	51.1	×
62	—	—	—	—	—	0.15	—	—	○	51.2	×
63	—	—	—	—	—	0.20	—	—	○	59.0	×
64	—	—	—	—	—	2.00	—	—	○	—	×
65	—	—	—	—	—	2.50	—	—	○	57.2	×
66	—	—	—	—	—	—	0.15	—	○	51.3	×
67	—	—	—	—	—	—	0.20	—	○	56.8	×
68	—	—	—	—	—	—	2.00	—	○	—	×
69	—	—	—	—	—	—	2.50	—	○	51.3	×
70	—	—	—	—	—	—	—	0.15	○	59.1	×
71	—	—	—	—	—	—	—	0.20	○	51.2	×
72	—	—	—	—	—	—	—	2.00	○	—	×
73	—	—	—	—	—	—	—	2.50	○	57.7	×
74	—	—	—	0.10	0.10	—	—	—	○	51.3	×
75	—	—	—	0.10	—	0.10	—	—	○	51.8	×
76	—	—	—	0.10	—	—	0.10	—	○	51.9	×
77	—	—	—	—	0.10	0.10	—	—	○	51.0	×
78	—	—	—	—	0.10	—	0.10	—	○	59.1	×
79	—	—	—	—	0.10	—	—	0.10	○	59.5	×
80	—	—	—	—	—	0.10	0.10	—	○	59.8	×
81	—	—	—	—	—	—	—	0.10	○	58.8	×
82	—	—	—	—	—	—	—	0.10	○	57.3	×
83	—	—	—	—	—	—	—	0.10	○	58.8	×
84	—	—	—	0.05	0.05	0.05	0.05	—	○	59.0	×
85	—	—	—	0.10	0.10	0.10	—	—	○	59.3	×
86	—	—	—	0.10	—	—	0.10	—	○	58.8	×

【発明の効果】

この発明によれば、0.2%耐力が30kg/mm<sup>2</sup>以上と良好な強度を示し、かつ成形加工が容易で成形時にベコが発生しないα型チタン合金を提供することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図はチタン合金におけるAl及びOの含有量と特性との関係を示す図である。



出願人代理人 弁理士 鈴江武彦

第 1 図